HORMONELL INDUZIERTE VERÄNDERUNGEN DER FEINSTRUKTUR VON TELEOSTEEREPIDERMIS

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Naturwissenschaften

vorgelegt im Fachbereich Biologie

der Johann Wolfgang Goethe-Universität

zu Frankfurt am Main

von

Walter K. Schwerdtfeger

aus Karlsruhe

Frankfurt am Main 1976

1977

zum Druck gekürzt mit Genehmigung

des Fachbereichs Biologie

Ein Exemplar der ungekürzten Dissertation liegt der Senckenbergischen Bibliothek der Universität vor.

Dekan: Prof. Dr. W. Beier

1. Gutachter: Prof. Dr. J. Bereiter-Hahn

2. Gutachter: Prof. Dr. K. Fiedler

Tag der mündlichen Prüfung: 30.3.1977

Tag der Promotion: 30.3.1977

Männliche adulte Guppies, Poecilia reticulata Peters, werden drei Wochen in Süß- bzw. Seewasser gehalten.
In dreitägigen Abständen erhalten sie Injektionen von Prolactin, Vitamin A, Testosteron und Thyroxin. Einzelne Schuppen der mittleren Flankenregion werden anschließend anhand raster- und transmissionselektronenmikroskopischer Fotografien morphometrisch untersucht, und die Ergebnisse statistisch ausgewertet. Es wird der Versuch unternommen, die ermittelten Resultate in das bekannte Wissen um die Bereiche des Metabolismus, der Differenzierung und der Osmoregulation einzuordnen.
Das Hormon Thyroxin ist in der Ontogenie höherer Vertebraten für den Ablauf der Differenzierungsvorgänge wichtig und initiiert dabei unter anderem die Keratinisierung der Epidermis. Testosteron induziert bei Cypriniden die Bildung des Laichausschlags (Perlorgane) , zur Laichzeit auftretende lokale Horndifferenzierungen der Epidermis. Um feststellen zu können, ob die Behandlung mit diesen beiden Hormonen bei Poecilia reticulata Veränderungen der epidermalen Differenzierung in Richtung einer Keratinisierung bewirkt, werden als Modell einer Teleosteerverhornung Perlorgane von Abramis brama L. und Rutilus rutilus L. licht- und elektronenmikroskopisch untersucht.

1) Die Schuppenepidermis unbehandelter Guppymännchen enthält im Allgemeinen eine superfizielle und zwei basale Schichten filamenthaltiger Epithelzellen, dazwischen die

Schleim produzierenden Becherzellen, vereinzelt freie Nervenendigungen und sehr selten auch die osmoregulatorisch tätigen Chloridzellen, die sonst nur in den Kiemenfilamenten gefunden werden.
Eine schützende und wohl auch an osmoregulatorischen und metabolischen Vorgängen beteiligte Glycocalyx wird von den filamenthaltigen Zellen sezerniert, das Material dazu in Form kleiner elektronendichter Granulen an Dictyosomen abgeschnürt und zur Oberfläche gebracht. Die Volumenanteile von Mitochondrien, rauhem endoplasmatischen Retikulum und Dictyosomen sind in Deckzellen höher als in Basalzellen.
An der Glycocalyxbildung sind auch die Becherzellen (Schleimzellen) beteiligt, die in basalen Lagen aus undifferenzierten Zellen gebildet werden.

2) Die histochemischen Eigenschaften, Doppelbrechung und Proteinverteilung im Gewebe sowie die Feinstruktur des Laichausschlags von Abramis brama und Rutilus rutilus werden untersucht. Die Perlorgane unterscheiden sich deutlich von der unveränderten Epidermis und werden in ähnlicher Weise wie Epidermisdifferenzierungen höherer Vertebraten gebildet. Die Epidermis im Bereich eines Perlorgans gleicht diesen in folgenden Punkten:

a) In die Epidermis ragen stets Papillen des Coriums

b) Sie gliedert sich in ein Stratum germinativum, ein Stratum spinosum hypertrophierter Zellen mit membrane-coating-granules und weiten Inter-

zellularräumen, sowie ein Stratum corneum in Form eines Hohlkegels aus flachen, eng verzahnten, von dichten Filamentbündeln erfüllten Zellen.

c) Die Intensität des SH-Nachweises nimmt distal von den Papillen bis zu einem Maximum am Beginn des Hornkegels zu. Die SS-Reaktion wird vom distalen Germinativumbereich bis in den Hornkegel kontinuierlich intensiver.

d) Nach interferometrischen Messungen vervierfacht sich die Trockenmasse im Gewebe vom Stratum germinativum bis zum Stratum corneum.

e) Stratum corneum und Stratum germinativum weisen deutliche Doppelbrechung (+ 17 nm bzw. + 11 nm) auf, das Stratum spinosum erscheint weitgehend isotrop.

Aufgrund dieser Gemeinsamkeiten können die Perlorgane möglicherweise als phylogenetische Urform von Epidermisderivaten wie Reptilienschuppen, Federn oder Krallen betrachtet werden.

3) Die Epidermis des Guppy wird durch Thyroxinbehandlung mit hohen Dosen geschädigt, was sich in ihrer geringeren Dicke und weniger prominenter Ausbildung der sekretorischen Organelle und der Glycocalyx äußert. Der Grund dürfte eine Hemmung der oxidativen Phosphorylierung an den Mitochondrienmembranen sein. In geringeren Dosen stimuliert Thyro-

xin die sekretorische Aktivität der Deckzellen und erhöht die Zahl der Schleimzellen. Die Beteiligung des Thyroxin an osmoregulatorischen und metabolischen Prozessen wird diskutiert.

4) Testosteronbehandlung in hohen Dosen läßt die Guppy-epidermis in ähnlicher Weise wie auf hohe Thyroxinmengen degenerieren. Die Glycocalyxhöhe wird nach Gaben niedriger Dosis vermindert, der Grund ist wahrscheinlich eine Reduktion der Schleimzellen.

5) Die Doppelbehandlung mit Thyroxin und Testosteron in hohen Dosen wirkt ähnlich wie die Einzelbehandlungen. In niedrigen Dosen setzt sich die Thyroxinwirkung durch: Zellschichtenzahl und Flächenausdehnung der Deckzellen sind erhöht.

Auf Gaben von Thyroxin (hohe Dosen) , Testosteron (niedrige Dosen) und nach den gekoppelten Injektionen (hohe Dosen) treten einige Effekte auf, die Anzeichen einer beginnenden Keratinisierung sein könnten. Dazu gehören die trotz unveränder Anteile der meisten Zellorganelle dünnere Glycocalyxauflage sowie das häufige Auftreten degenerierter Mitochondrien und großer elektronendichter Granulen. Ähnliche Granulen wirken in der Amphibienepidermis bei der Keratinisierung mit und entsprechen funktionell dem Keratohyalin höherer Vertebraten.

6) Vitamin A-Behandlung verändert die sekretorische Arbeit der filamenthaltigen Zellen nicht erkennbar, niedrige Dosen

erhöhen jedoch die Zahl der Schleimzellen. Die einzelnen Dosen wirken deutlich verschieden auf die Flächenausdehnung der Deckzellen, die Zahl der Leisten und ihrer Verzweigungen. Direktes Angreifen an den Membranen und Beeinflussung von Filamenten sind als Ursachen denkbar. Struktur- und Verteilungsänderungen von Organellen lassen auf Eingriffe in den Stoffwechsel schließen.

7) Prolactinbehandlung in hohen Dosen erhöht die Zahl der Zellschichten und die Flächenausdehnung der Deckzellen. Die Glycocalyxdicke nimmt ab, die Kapillarität deutlich zu. Mittlere und niedrige Dosen erhöhen außer der Kapillarität auch die Zahl der Becherzellen. Die durch Prolactin hervorgerufenen Änderungen werden mit Einwirkungen auf die Osmoregulation in Zusammenhang gebracht.

8) Die Epidermis an Seewasser adaptierter, sonst unbehandelter Guppies weist zahlreiche aktive Chloridzellen auf, denen die Aufgabe der Salzexkretion zugeschrieben wird. Die Zahl der Schleimzellen nimmt ab, die Kapillarität ist erhöht. Mitochondrien mit myelinähnlicher Innenstruktur sind zahlreich. Elektronendichte Granulen in Deckzellen sind vermehrt, die Glycocalyx verdickt. Die epidermalen Mikroleisten sind niedriger, ihre Anzahl und die ihrer Verzweigungen geringer als bei Süßwasserguppies.

9) Prolactingaben lassen die bei der Adaptation auftretenden Veränderungen weniger deutlich oder gar nicht entstehen. Schleimzellenzahl, Glycocalyxhöhe und Leistenproportionen entsprechen weitgehend denen unbehandelter Süßwasser-

epidermis. Chloridzellen sind nach niedrigen und mittleren Dosen verringert, nach Gaben höherer Dosen jedoch vermehrt, was die Schädigung eines Regulationsmechanismus bedeuten dürfte. Nach Gaben hoher Dosen werden auffallend viele Mitochondrien von myelinähnlicher Innenstruktur gefunden.

10) Es wird der Versuch unternommen, die durch Behandlungen mit Hormonen bzw. Vitamin A und Adaptation an Seewasser hervorgerufenen Veränderungen an Zellen und Organellen der Epidermis von Poecilia reticulata auf Einflüsse in den Bereichen der Osmoregulation, des Metabolismus und der Differenzierung zurückzuführen.

Lebenslauf

Am 17. April 1949 wurde ich, Walter K. Schwerdtfeger, als Sohn des Journalisten Walter Schwerdtfeger und seiner Ehefrau Anna, geb. Jooss, in Karlsruhe geboren.
Im Oktober 1951 verlegten meine Eltern ihren Wohnsitz nach Frankfurt/M. Hier besuchte ich von 1955 bis 1959 die Dornbusch-Volksschule, anschließend die Wöhlerschule bis zum Abitur (1967) . Bis zum Oktober 1968 leistete ich dann den Grundwehrdienst bei der Bundeswehr ab.
Im Oktober 1968 begann ich an der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main das Studium der Biologie, das ich nach bestandenem Vordiplom (Februar 1971) mit dem Hauptfach Zoologie und den Nebenfächern Biochemie und Paläontologie fortsetzte, bis zur Erlangung des Diploms im Jahre 1973.
Seither arbeitete ich an der Ausführung meiner Dissertation mit dem Titel "Hormonell induzierte Veränderungen der Feinstruktur von Teleosteerepidermis" , die im Dezember 1976 zur Begutachtung eingereicht wurde.
Seit Juli 1969 bin ich verheiratet und habe zwei Kinder, Susanne und Wolfgang Schwerdtfeger, im Alter von sieben bzw. zwei Jahren.

Walter K. Schwerdtfeger

Lebenslauf

Am 17. April 1949 wurde ich, Walter G. Schwertfeger, als Sohn des Journalisten Walter Schwertfeger und seiner Ehefrau Anna, geb. Jonas, in Karlsruhe geboren.
Im Oktober 1951 verlegten meine Eltern ihren Wohnsitz nach Frankfurt/M. Dort besuchte ich von 1955 bis 1959 die Dornbusch-Volksschule, anschließend die Wöhlerschule bis zum Abitur (1967). Bis zum Oktober 1968 leistete ich dann den Grundwehrdienst bei der Bundeswehr ab.
Im Oktober 1968 begann ich an der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main das Studium der Biologie, das ich nach bestandenem Vordiplom (Januar 1971) mit dem Hauptfach Zoologie und den Nebenfächern Biochemie und Paläontologie fortsetzte, bis zur Erlangung des Diploms im Jahre 1975.
Seither arbeitete ich an der Ausführung meiner Dissertation mit dem Titel "Hormonell induzierte Veränderungen der Feinstruktur von Teleosteerepidermis", die im Dezember 1976 zur Begutachtung eingereicht wurde.
Seit Juli 1969 bin ich verheiratet und habe zwei Kinder, Susanne und Wolfgang Schwertfeger, im Alter von vier bzw. zwei Jahren.

Meine akademischen Lehrer waren folgende Herren Professoren und Dozenten:

Bereiter-Hahn, Brändle, Bruns, Burkhardt, Dänzer, Doiwa, Fasold, Fiedler, Gutmann, Hanke, Hilgenberg, Hölldobler, Hohorst, Jander, Klausewitz, Königer, Kohlenbach, Kuhl, Lehr, Lindauer, Lötschert, Lotz, Martienssen, Maschwitz, Merkel, Murawski, Reichert, Ried, P.Rietschel, S.Rietschel, Rosenmund, Rosenstock, Royen, Ruttner, Schäfer, Starck, Stauff, Vogel, Wild, Wiltschko, Winter, Ziegler.